

29. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 3. – 5. März 2020 in Braunschweig

Befall und Herbizid-Sensitivität in ausgewählten Regionen Deutschlands: Ergebnisse eines Gräser-Resistenzmonitorings 2019

Infestation and herbicide sensitivity in selected regions of Germany: Results of a weed resistance monitoring 2019

Johannes Herrmann^{1*}, Martin Heß¹, Jean Wagner²

¹Agris42 GmbH, Arnold-Cahn-Weg 7, 70374 Stuttgart

²PlantaLyt GmbH, Vahrenwalder Str. 269 A, 30179 Hannover

*Korrespondierender Autor, johannes.herrmann@agris42.de

DOI 10.5073/jka.2020.464.050



Zusammenfassung

Die Ergebnisse aus einem bundesweit durchgeführten Gräser-Resistenzmonitoring werden vorgestellt. Für eine repräsentative Erhebung wurde auf 1121 Feldern im Bundesgebiet die Befallshöhe verschiedener Ungräsern zum Zeitpunkt der Samenreife festgestellt sowie eine Samen-Stichprobe gesammelt. Erfasst wurden dabei Acker-Fuchsschwanz, Gemeiner Windhalm, Trespe-Arten und Welsches Weidelgras. Der Status der Sensitivität gegen zwei H der HRAC-Gruppe A (Axial 50) und B (Atlantis WG) wurde im Biotest (Gewächshaus) erfasst. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Gräserbefall nach dem Herbizideinsatz im Feld in den meisten Fällen gering ist und somit noch eine gute Kontrolle mit den vom Landwirt eingesetzten Herbiziden besteht. Es zeigt sich jedoch, dass auch bei geringem Befall im Feld Resistenzen nachzuweisen sind, was auf eine starke Selektion durch das eingesetzte Produkt schließen lässt. Resistenzen gegenüber Axial 50 wurden dabei häufiger beobachtet als gegen Atlantis WG.

Stichwörter: Deutschland, Herbizidresistenz, Resistenzmonitoring, Unkrautbefall

Abstract

The results of a German monitoring are presented. For a representative survey, the level of infestation of different grass weeds at the time of seed maturity was determined in 1121 fields in Germany and a seed sample was collected. Records were taken for blackgrass, silky bentgrass, different brome species and Italian ryegrass. The status of the sensitivity against two herbicides of the HRAC group A (Axial 50) and B (Atlantis WG) was assessed in a bioassay (greenhouse). The results demonstrate that the infestation after herbicide treatment in the field is low in most cases and thus there is still good control with the chosen herbicide. It turns out, however, that even with low infestation in the field resistances can be detected, which suggests a strong selection pressure by the product used in the field. Resistance to Axial 50 was observed more frequently than against Atlantis WG.

Keywords: Germany, resistance monitoring, weed infestation, weed resistance

Einleitung

Unkrautbekämpfung ist zur Sicherung der Erträge essenziell und Herbizide sind dabei – auch aus ökonomischen Erwägungen – seit Längerem das Mittel der Wahl (MOSS et al., 2007). Ein daraus entstehendes Problem ist jedoch das Auftreten von resistenten Unkräutern (DÉLYE et al., 2010; HEAP, 2014; HEAP, 2015). Deren häufiger Einsatz führt daher bei gleichzeitiger geringer Diversität sonstiger Bekämpfungsmaßnahmen schneller zu sicht- und messbaren Resistenzproblemen im Feld (HERRMANN, 2016). Resistenzprobleme sind jedoch für den Landwirt mit erheblichen Kosten verbunden. Somit wäre es notwendig, zum einen das Resistenzmaß festzustellen und zum anderen eine detaillierte Ursachenforschung zu betreiben, um frühzeitige Prognosen über die Entwicklung des Problems anzustellen. Bisher wurden diese Analysen jedoch weitestgehend kleinräumig, in Feldversuchen, überregional mit dem Fokus auf bewiesenen Resistenzproblemen oder nur zur Erfassung der Resistenzsituation, aber ohne Berücksichtigung der Bewirtschaftungsmaßnahmen durchgeführt (HOGREFE, 2011; PETERSEN et al., 2012; HULL et al., 2014; KNIGHT, 2016). Während jedoch die Mechanismen der Resistenzbildung hinreichend bekannt sind, fehlt es an Informationen über das Ausmaß und die Verbreitung des Problems in einigen Region um die Ursachen für verschiedenen Unkräuter differenziert herauszuarbeiten (NEVE et al., 2014). Dies ist jedoch notwendig, um den Bedarf für neuartige Produktlösungen frühzeitig zu erkennen und Landwirte gezielt auf zukünftige Probleme hinzuweisen.

Dazu wurde im Jahr 2019 ein deutschlandweites Monitoring mit dem Schwerpunkt auf Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und Gemeinem Windhalm (*Apera spica-venti*) gestartet. Ziel war es, den Vorerntebefall, als Indikator für das Ausmaß des Problems im Feld, und den Resistenzgrad im Gewächshaus, als Erklärung für den vorgefundenen Vorerntebefall, zu bestimmen. Dabei wurde versucht, das Bundesgebiet weitestgehend abzudecken. Zusätzliche in Vergesellschaftung vorkommende Gräser und Unkräuter wurden ebenfalls erfasst und bei gleichzeitiger Reife beprobt. Im Folgenden sind die Ergebnisse für Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*), Gemeinem Windhalm (*Apera spica-venti*), Trespens-Arten (*Bromus* spp.) und Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*) dargestellt.

Material und Methoden

Für ein repräsentatives Monitoring wurden für die Feldsaison 2018/19 1121 Felder aus Getreide-, Rüben- und Maisfruchtfolgen beprobt. Die Auswahl der Felder erfasste dabei 13 Bundesländer und 238 Landwirte. Auf jedem landwirtschaftlichen Betrieb wurden dabei mehrere Felder (2-10 Felder) erfasst.

Feldbeprobungen

Die ausgewählten Felder wurden kurz vor der Ernte besucht und mindestens zwei Fahrspuren und zwei Vorgewende wurden abgelaufen. Nach Möglichkeit wurde von den vorkommenden Unkräutern eine Probe reifer Samen gesammelt. Das Auftreten von Unkräutern und deren Befall wurde anhand einer 6-stufigen Skala bewertet (Tab. 1). Dabei sind die Befallsstufen 3–5 solche, bei denen die meisten Landwirte selbst auf das Problem aufmerksam werden, sie wurden deshalb für einen Teil der weiteren Analysen in der Befallsgruppe „hoch“ zusammengefasst, während die Befallsstufen 0–2 in der Befallsgruppe „niedrig“ zusammengefasst wurden. Untersucht wurden Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*), Gemeiner Windhalm (*Apera spica-venti*), Trespens-Arten (*Bromus* spp.) und Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*).

Tab. 1 Befallsstufen und deren Beschreibung.

Tab.1 Categories for weed density estimations and their description.

Befallsstufe	Beschreibung
0	kein Auftreten
1	Einzelne Pflanzen treten gelegentlich auf, der Befall wird aber vom Landwirt meist nicht bemerkt.
2	Kleinere zusammenhängende Nester (<30 m ²) treten auf.
3	Größere zusammenhängende Nester (>30 m ²) bis 50 % des Feldes sind befallen.
4	Befall des Unkrauts im ganzen Feld
5	Schwerer Befall des Unkrauts im ganzen Feld. Starke Ertragsminderung tritt auf.

Gewächshaus

Das Probenmaterial wurde im Gewächshaus ausgesät und in BBCH 11–13 mit 0,5 kg/ha Atlantis WG und 1,2 l/ha Axial 50 bei 200 l Wasser mit einer Teejet-8002-EVS-Düse auf einem Research Track Sprayer Generation III appliziert.

Eine visuelle Bonitur und das Auszählen der überlebenden und erfolgreich kontrollierten Pflanzen erfolgten 21 Tage nach Applikation. 288 Proben wurden dabei ausgewertet und die Wirksamkeit der Herbizide wurde in „Sensitiv“, „Intermediär“ und „Resistent“ eingeteilt (Tab. 2).

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit der Statistiksoftware R 3.5.1 und den Paketen „tidyverse“ und „descr“. Um eine vereinfachende Darstellung der Daten zu ermöglichen, wurden die beprobten Kulturen in solche, in denen potenziell ein ALS-Herbizid eingesetzt worden sein könnte (pot. ALS), und solche, in denen kein ALS-Herbizid zugelassen ist (kein ALS), eingeteilt. Des Weiteren wurden

die Befallsklassen 0–2 zur Befallsgruppe „niedrig“ und die Befallsklassen 3–5 zur Befallsgruppe „hoch“ zusammengefasst. Diese Unterscheidung wurde vorgenommen, da sie der Wahrnehmung der Landwirte am ehesten entspricht und die Komplexität der Darstellung reduziert.

Tab. 2 Bewertung der Wirksamkeit der getesteten Herbizide im Gewächshaus.

Tab. 2 Rating of herbicide efficacy in the greenhouse.

Einstufung	Erklärung
Sensitiv	Die festgestellte Wirkung liegt bei >90 %. Das Herbizid wirkte bei der ausgewählten Probe noch sehr gut.
Intermediär	Die festgestellte Wirkung liegt bei 51–89 %. Einzelne Pflanzen in der Probe werden mit dem Herbizid im Gewächshaus nicht mehr ausreichend bekämpft.
Resistent	Die festgestellte Wirkung liegt unter 50 %. Das Herbizid erzielte keine zufriedenstellende Wirkung im Gewächshaus mehr.

Ergebnisse und Diskussion

Übersicht des Befalls verschiedener Gräser

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse von 1468 Einzeluntersuchungen auf 1121 Feldern. Die Einzeluntersuchungen zeigen, dass teilweise mehrere Unkräuter gleichzeitig pro Feld beobachtet wurden. So wurden in 30 % der Fälle zwei und in 10 % drei und mehr Unkräuter gleichzeitig zur Ernte beobachtet. Dies waren hauptsächlich Mischverunkrautungen von Acker-Fuchsschwanz mit Treppe-Arten oder Welschem Weidelgras. Seltene Fälle von Mischverunkrautungen von Acker-Fuchsschwanz und Windhalm bzw. Windhalm und Welschem Weidelgras wurden ebenfalls beobachtet.

Tab. 3 Anteilsmäßige Verteilung der Befallsklassen in Abhängigkeit des beprobten Ungrases.

Tab. 3 Proportional share of infestation groups for different weeds.

Unkraut	Befallsklassen						Anzahl Beobachtungen
	0	1	2	3	4	5	
<i>A. myosuroides</i>	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	947
<i>A. spica-venti</i>	0	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	132
<i>Bromus</i> spp.	0	0,6	0,3	0,1	0	0	302
<i>L. multiflorum</i>	0	0,5	0,2	0,2	0,1	0	87
Gesamt							1468

Die Einzelbetrachtungen der jeweiligen Gräser zeigen, dass auf fast allen Flächen zumindest einzelne Pflanzen der untersuchten Gräserarten gefunden wurden. Nur etwa 10 % der Flächen wiesen keinen Befall (Befallsklassen 0) mit Acker-Fuchsschwanz auf. Trotzdem zeigt sich, dass mit Ausnahme des Beispiels Acker -Fuchsschwanzes mehrheitlich nur Einzelpflanzen (Befallsklassen 1) gefunden wurden. Es zeigt sich außerdem, dass der Befall bei Acker-Fuchsschwanz in 60 % der Fälle, bei Welschem Weidelgras in 70 % der Fälle, bei Windhalm in 80 % der Fälle und bei Treppe in 90 % der Fälle maximal kleinere Nester aufweist (Befallsklassen 0–2). Dieser geringe Befall, der vom Landwirt allermeistens toleriert wird, zeigt, dass die Unkrautbekämpfung mit den eingesetzten Herbiziden mehrheitlich erfolgreich war.

Ein Befall im ganzen Feld (Befallsklassen 4 + 5) wurde jedoch mit Ausnahme der Trespen-Arten bei allen Unkräutern gefunden. Dichter, die Kultur unterdrückender Befall (Befallsklassen 5) wurde jedoch nur bei Acker-Fuchsschwanz und Windhalm auf jeweils 10 % der untersuchten Flächen festgestellt.

Der Befall mit Acker-Fuchsschwanz in den verschiedenen Bundesländern

Abbildung 1 zeigt den prozentualen Anteil der Felder mit erhöhtem bzw. hohem Befall an Acker-Fuchsschwanz (Befallsklassen 3–5) in Bezug auf die Gesamtzahl der gesammelten Proben in diesem

Bundesland. Diese Gruppierung der Befallsklassen wurde gewählt, da Befallsstärken diesen Ausmaßes von fast allen Landwirten als Problem wahrgenommen wurden.



Abb. 1 Prozentualer Anteil der Felder mit hohem Befall (Befallsklassen 3–5) im Verhältnis zu der Gesamtzahl der beprobten Felder in diesem Bundesland.

Fig. 1 Relative proportion of fields with higher infestation levels (infestation class 3-5) in relation to the overall number of fields for the corresponding federal state.

ResistenzEinstufung der analysierten Acker Fuchsschwanzproben

Tab. 4 Prozentuales Vorkommen der ResistenzEinstufungen in Abhängigkeit von der Kultureinstufung und dem Befall für Atlantis WG und Axial 50 bei Acker-Fuchsschwanz.

Tab. 4 Relative frequency of resistance classification in relation to crop group, the infestation level for Atlantis WG and Axial 50 for blackgrass.

Gruppe	Befallsgruppe	Behandlung	Sensitiv	Intermediär	Resistent	N
kein ALS	hoch	Atlantis WG	0,44	0,49	0,07	41
		Axial 50	0,17	0,43	0,40	42
	niedrig	Atlantis WG	0,32	0,57	0,11	19
		Axial 50	0,11	0,47	0,42	19
pot. ALS	hoch	Atlantis WG	0,20	0,51	0,29	100
		Axial 50	0,11	0,52	0,37	100
	niedrig	Atlantis WG	0,27	0,51	0,22	86
		Axial 50	0,11	0,39	0,50	88

Es zeigt sich, dass nur in Mecklenburg-Vorpommern und Hamburg keine Felder mit hohem Befall an Acker-Fuchsschwanz gefunden wurden. In Sachsen-Anhalt war der Anteil bei unter 20 %, während er in allen anderen beprobten Bundesländern bei über 20 % lag. Dies zeigt, dass ein schwerer Befall mit Acker-Fuchsschwanz kein Phänomen einzelner Betriebe und Flächen ist und mittlerweile fast überall dort, wo Acker-Fuchsschwanz vorkommt, auch Flächen mit einem hohen Befall nach der Herbizidbehandlung zu finden sind. Eine ähnliche Verteilung für einen einzelnen Landkreis wurde bei HERRMANN (2016) gefunden. Dies ist häufig mit dem Vorkommen eher schwerer Böden und den damit einhergehenden Bewirtschaftungsmaßnahmen begründet HERRMANN (2016).

Tabelle 4 zeigt exemplarisch die Ergebnisse und die Verteilung nach als resistent, sensitiv und intermediär eingestuft Proben von Acker-Fuchsschwanz in Abhängigkeit von der Kultur im Feld und dem vorgefundenen Befall für 249 Biotypen, wovon für 3 jedoch kein Ergebnis für Atlantis WG vorliegt. Dabei wurden Kulturen wie bspw. Weizen oder Triticale, in denen Herbizide der HRAC-Gruppe B gegen Gräser zugelassen sind, als „pot. ALS“ und solche, in denen das nicht der Fall ist, als „kein ALS“ eingestuft. Diese Unterscheidung stellt aber keine Unterscheidung anhand des tatsächlich eingesetzten Herbizides dar, da es möglich ist, dass Felder, die als „pot. ALS“ klassifiziert wurden, trotzdem nur mit einem Bodenherbizid oder einem Produkt aus der HRAC-Gruppe A

behandelt wurden. Trotzdem zeigt sich, dass in der Gruppe der „pot. ALS“-gruppierten Proben 2–3x so viele resistente Biotypen von Acker-Fuchsschwanz zu finden waren wie in der Gruppe „kein ALS“. Dies zeigt, dass hier tendenziell eine starke Selektion mit einem ALS-haltigen Herbizid erfolgte und überlebende Pflanzen durch diese Vorselektion im Feld häufiger Resistenzen im Biotest zeigten. Es zeigt sich außerdem, dass in der Einstufung „pot. ALS“ bei niedrigem Befall im Feld nur 27 % der Acker-Fuchsschwanz-Biotypen als sensitiv eingestuft wurden. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich bei niedrigem Befall von Acker-Fuchsschwanz im Feld nach einer ALS-Applikation im Feld mehrheitlich resistente Pflanzen finden lassen. Es erfolgte im Feld somit eine starke Selektion bei dennoch guter Unkrautbekämpfung. Diese so heraus selektierten Biotypen von Acker-Fuchsschwanz in den kommenden Jahren zu bekämpfen ist somit für den Landwirt von besonderer Bedeutung und muss unter Ausschöpfung aller ackerbaulichen Maßnahmen erfolgen. Es zeigt aber auch das verborgene Resistenzpotenzial, das heute noch nicht sichtbar ist.

Auf der anderen Seite wurden 20 % der Acker-Fuchsschwanz-Proben in der Kategorie „pot. ALS“ und bei hohem Befallsdruck im Feld als sensitiv eingestuft. Mögliche Erklärungen wären hier eine ausgebliebene oder nicht ausreichend wirksame Frühjahrsbehandlung oder eine ausschließlich durchgeführte Herbstbehandlung, bei der der Druck im Frühjahr unterschätzt wurde und es somit zu einem recht hohen Befallsdruck kam. Jedoch kann man erkennen, dass in einer Kultur, in der potentiell kein ALS-Herbizid gegen Acker-Fuchsschwanz eingesetzt wurde, der Anteil an sensitiv eingestuften Biotypen deutlich höher liegt (44 %). Dies zeigt aber auch, dass in diesen Feldern eine Vorselektion in der Vergangenheit bereits stattgefunden hat, da sich resistente Biotypen finden lassen. Jedoch liegt der Anteil der tatsächlich als resistent eingestuften Proben bei lediglich 7 %, während in allen übrigen Proben (49 %) nur vereinzelte Pflanzen gefunden wurden, die sich nicht mehr ausreichend bekämpfen ließen. Dies zeigt, dass zur korrekten Interpretation der Daten Informationen über die Bewirtschaftungsmaßnahmen essentiell sind um korrekte Rückschlüsse zu ziehen.

Die geringere, in Tabelle 4 dargestellte Probenanzahl im Vergleich zu Tabelle 1 zeigt, dass eine weitere Sensitivitäts-Prüfung zusätzlicher Biotypen im Biotest noch aussteht und notwendig ist, um die Ergebnisse weiter abzusichern. Jedoch zeigt sich generell, dass die Unterschiede für Axial 50 zwischen der Gruppe „pot. ALS“ und „kein ALS“ deutlich geringer ausfallen als für Atlantis WG. Da die HRAC-Gruppe A, zu der Axial 50 gehört, eine deutlich längere Einsatzhistorie hat, ist dies vermutlich damit zu erklären. Es zeigt sich außerdem, dass für Axial 50 unabhängig von Befall und Kulturgruppe nur 11–17 % der Biotypen als sensitiv eingestuft wurden, während dies bei Atlantis zwischen 20–44 % betrug. Eine erweiterte Prüfung mit weiteren Herbiziden aus verschiedenen Wirkstoffgruppen wird derzeit durchgeführt und wird das Resistenzprofil weiter abrunden und zusätzliche Abschätzungen über die zugrunde liegenden Resistenzen liefern. Die gefunden Resistenzgrade sind geringer als in anderen Studien (DELYE, 2010; KNIGHT, 2016), die jedoch auf Verdachtsfällen in teilweise anderen europäischen Ländern basierten und somit nicht zufällig ausgewählt wurden.

Die Arbeiten legen den Grundstein für weiterführende Analysen zu kausalen Zusammenhängen des Resistenzvorkommens. Dazu werden Befragungen zur Bewirtschaftung der Felder mit teilnehmenden Landwirten durchgeführt. Damit lassen sich offene Fragen klären, etwa die Einordnung der Ergebnisse mit marktwirtschaftlichen Erhebungen, auf wie vielen Hektar Anbaufläche Problemfruchtfolgen existieren, welche Regionen davon besonders betroffen sind und wie sich die Resistenzproblematik zukünftig entwickelt. Die Ergebnisse liefern Erkenntnisse für die Entwicklung von Lösungen zu Resistenzfragestellungen.

Literatur

- DELYE, C., S. MICHEL, A.B. ERARD, B. CHAUVEL, D. BRUNEL, J.P. GUILLEMIN, F. DESSAINT, V. LE CORRE, 2010: Geographical variation in resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase-inhibiting herbicides across the range of the arable weed *Alopecurus myosuroides* (black-grass). *New Phytol.* **186**(4), 1005–1017.
- HEAP, I., 2014: Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Manag. Sci.* **70**(9), 1306–1315.
- HEAP, I., 2015: International Survey Of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org.

- HERRMANN, J., 2016: Analysis of the spatial and temporal dynamics of herbicide resistance to ACCase- and ALS-Inhibitors in *Alopecurus myosuroides* Huds. and their causes, PhD Thesis, Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig.
- HOGREFE, C., 2011: Untersuchungen zur Herbizidresistenz in verschiedenen Feldpopulationen von Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in Deutschland. Julius Kühn-Archiv **443**, 324-333.
- HULL, T., L. TATNELL, S. COOK, S. MOSS, 2014: Current status of herbicide-resistant weeds in the UK. Aspects of Applied Biology **127**, 261–272.
- KNIGHT, C., 2016: Investigating the evolution of herbicide resistance in UK populations of *Alopecurus myosuroides*. PhD thesis, School of Life Sciences, University of Warwick.
- MOSS, S.R., S.A.M. PERRYMAN, 2007: The incidence of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass) in England and its development in relation to past herbicide use. Aspects of Applied Biology **83**, 109–113.
- NEVE, P., R. BUSI, M. RENTON, M.M. VILA-AIUB, 2014: Expanding the eco-evolutionary context of herbicide resistance research. Pest Manag. Sci. **70**(9), 1385–1393.
- PETERSEN, J., G. NARUHN, H. RAFFEL, 2012: Nicht-Zielortresistenzen bei *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* – Resistenzmuster und Resistenzfaktoren. Julius Kühn-Archiv **434**, 43-50.
- POWLES S., Q. YU, 2010: Evolution in action: Plants resistant to herbicides. Annu. Rev. Plant Biol. **61**, 317–347.